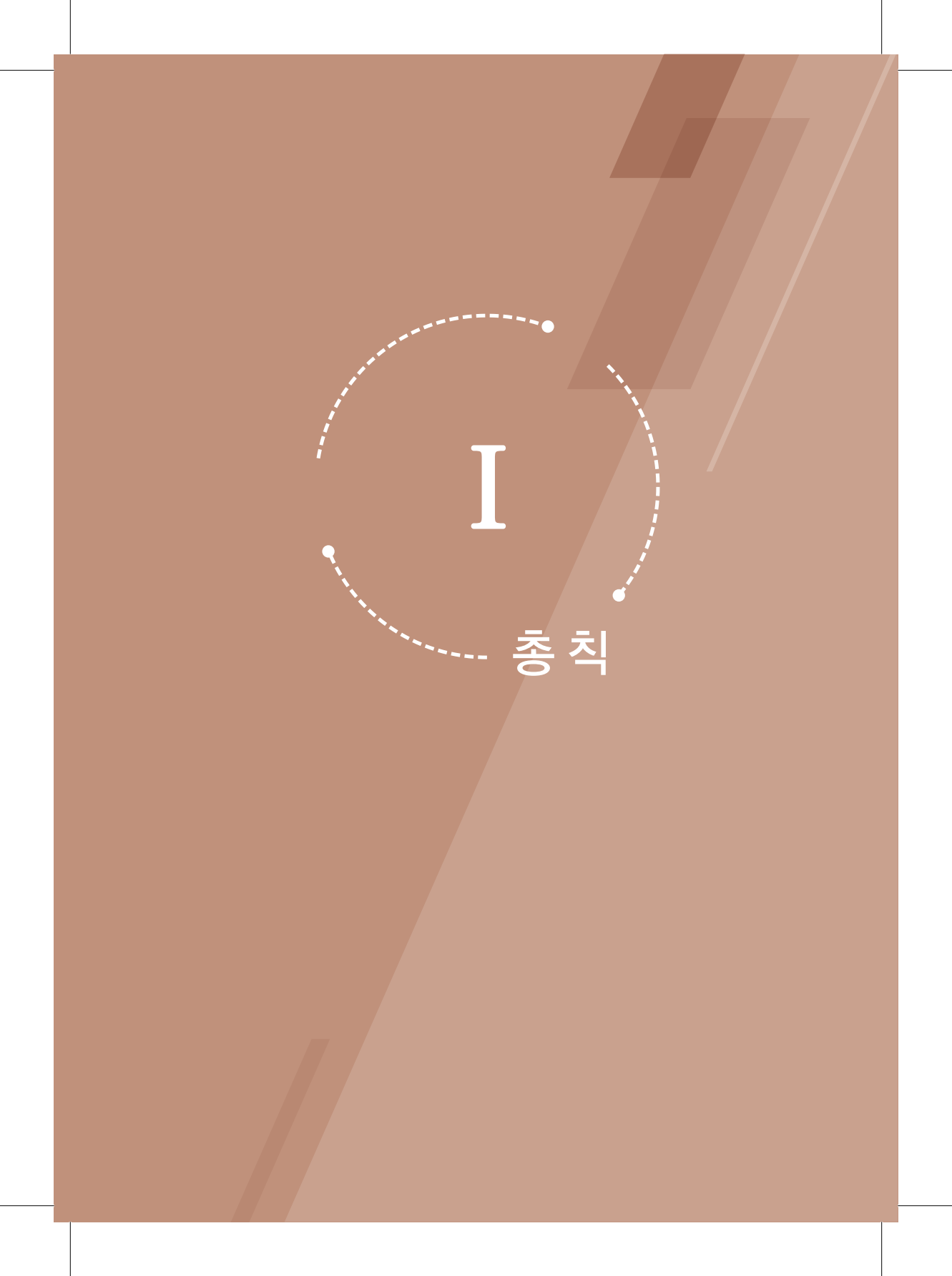




I

총 칙

I

총 칙



목적

화재감시자 지정·배치 대상을 모든 용접·용단 작업으로 확대·운영하여 용접·용단 작업 시 발생할 수 있는 대형화재로 인한 노동자의 인명피해를 예방하기 위함

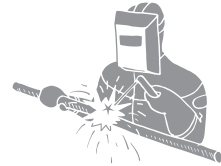
적용 범위

사업장 규모에 관계없이 모든 용접·용단 작업의 화재위험이 있는 작업이며, 용접·용단 작업에서 불꽃의 비산 거리(11m)를 고려하여 화재위험이 없는 장소에서 용접·용단 작업은 대상에서 제외한다.

용어의 정의

이 매뉴얼에서 사용하는 **용어의 뜻**은 다음과 같다.

- » **용접** 2개 이상의 고체금속을 하나로 접합시키는 금속 가공 기술수단과 전극봉과 모재금속 간에 아크열 등으로 용융시켜 금속을 접합하는 것을 말한다.
- » **용단** 고체 금속을 절단하는 방법으로 금속의 절단한 부분에 산화 반응 등을 일으켜 그 열로 재료를 녹여서 절단하는 것을 말한다.
- » **용접·용단 작업** 2개 이상의 고체 금속을 하나로 접합시키는 금속 가공 기술수단과 전극봉과 모재금속 간에 아크열 등으로 용융시켜 금속을 자르거나 또는 제거하는 작업을 말한다.
- » **화재감시자** 용접·용단 작업으로 인한 화재로부터 근로자와 국민을 보호하고, 발생 즉시 화재를 진압 및 소화하여 화재확산을 방지하는 등 화재로 인한 인명피해 등을 예방하기 위해 지정된 사람을 말한다.
- » **가연성 물질** 합성섬유·합성수지·면·양모·천조각·툽밥·짚·종이류 또는 인화성이 있는 액체(1기압에서 인화점이 250도 미만의 액체를 말함) 등으로 산화되기 쉬운 분자구조를 가지고 쉽게 불에 탈 수 있는 물질을 말한다.
- » 그 밖의 이 매뉴얼에서 사용하는 용어의 정의는 이 매뉴얼이 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고시에서 정하는 바에 따른다.



II

용접·용단 시 화재발생 메카니즘

1. 용접·용단 시 발생되는 비산불티의 특성
2. 용접·용단 시 불티에 따른 화재발생 메카니즘
3. 용접 불티에 의한 훈소 화재 사례 및
화재발생 시간

II

용접·용단 시 화재발생 메카니즘



1. 용접·용단 시 발생하는 비산불티의 특성

- 특성 1** 용접·용단 시 수천 개의 불티가 발생하고 비산된다.
- 특성 2** 비산불티는 풍향, 풍속에 따라 비산거리가 달라진다.
- 특성 3** 비산불티는 1,600℃ 이상의 고온체이다.
- 특성 4** 발화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 직경이 0.3~3mm 정도이다.
- 특성 5** 가스용접 시 산소의 압력, 절단 속도·방향에 따라 비산 불티의 양과 크기가 달라질 수 있다.
- 특성 6** 비산된 후 상당시간 경과 후에도 축열에 의하여 화재를 일으킬 수 있다.

2. 용접·용단 시 불티에 따른 화재발생 메카니즘

- 용접불티가 단열재 내부에 들어가면, 일정부분 훈소*의 형태(연기발생)로 진행되다가, 충분한 산소의 공급과 축열 등으로 온도가 상승되는 경우 불꽃(화염)을 일으키는 화재로 확산될 수 있다.

* **훈소** : 화재가 발생하기에는 온도가 낮거나 산소가 부족한 상황 때문에 화염이 없이 가연물의 표면에서 열이 발생하면서 서서히 연소되는 현상



① 용단작업 시작



② 용단불티 가연물(단열재 등)에 비산



③ 가연물에서 연기발생(훈소 진행)



④ 유염연소로 전환→ 화재발생

[그림 1] 용단작업 시 가연물에 비산된 불티에 따른 축열 등으로 훈소에서 화재로 발생과정

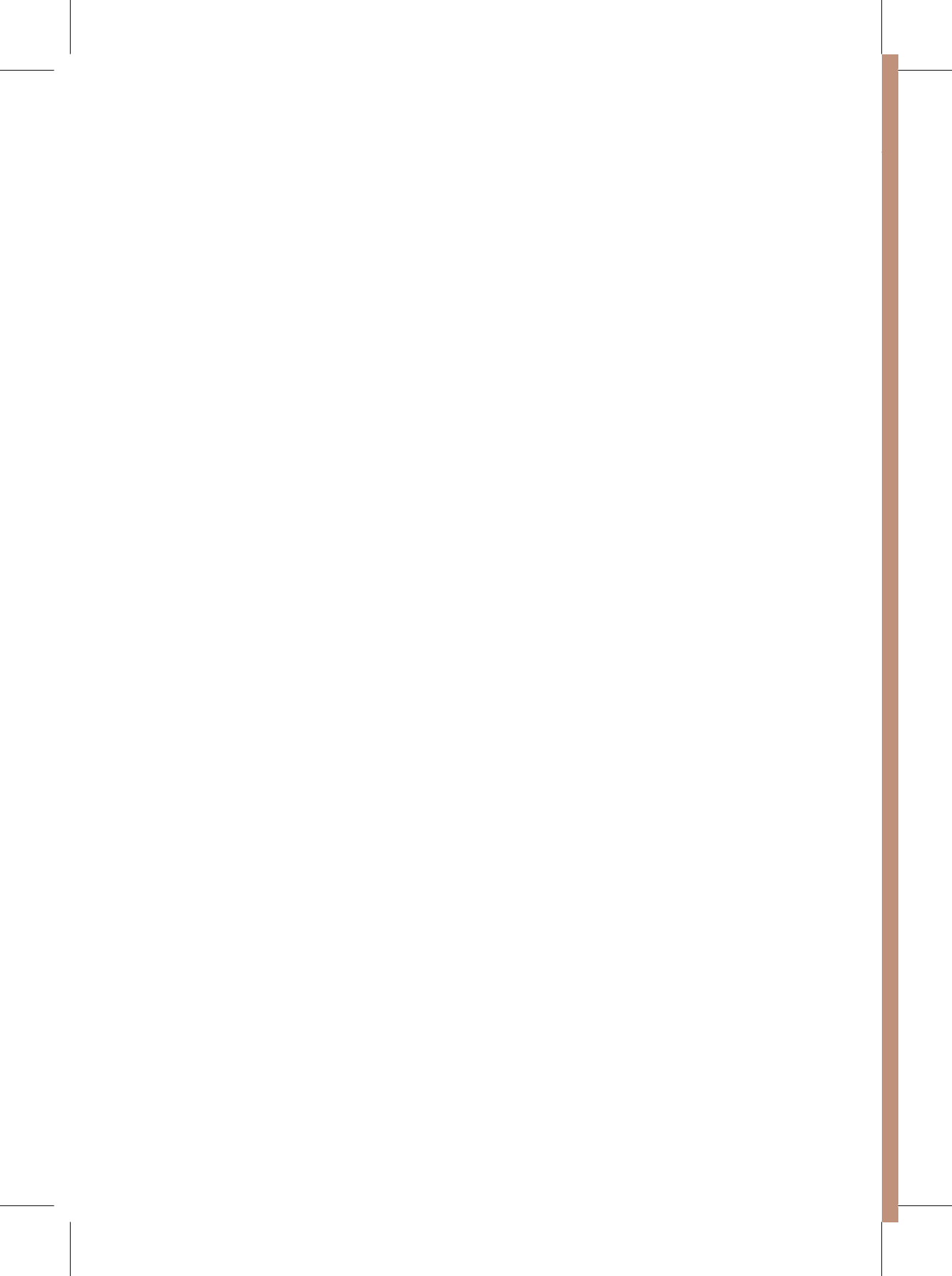
3. 용접 불티에 의한 훈소 화재 사례 및 화재발생 시간

사례	사고요약	작업상황에 따른 화재발생시간(추정)
1	00터미널공사 중 가스배관 가용접작업 중 용접불티로 화재발생	5분
2	000중학교 증축공사에서 고정철물 용접작업 중 용접불티로 화재발생	작업과 동시
3	00제재소 동력실 기계 철거를 위해 용단작업 완료하고 철수 후 화재발생	3시간
4	00생산공장 집진기 추가 설치공사에 따라 용접작업 완료하고, 철수 후 집진기 및 덕트가 연결된 작업장에 화재 발생 (용접불티가 집진기 내부로 비산되어 훈소 진행됨)	7시간

- 상기 화재사례와 같이, 용접작업에 의한 화재는 단시간 내에 발생할 수도 있고, 때로는 장시간 후에도 발생할 가능성이 있음

» 단열재 등 가연성 물질에 불티가 비산될 경우 복합적인 요인(불티 낙하 지점, 가연물의 연소특성, 공기흐름 등)으로 즉시 화재가 발생하거나 훈소 등에 의해 장시간(2~7시간 이상) 후 발화되는 위험 특성을 가짐







III

화재감시자

1. 화재감시자 배치 대상
2. 화재감시자 배치 제외
3. 화재감시자 자격 및 지정
4. 화재감시자 역할

화재감시자



1. 화재감시자 배치 대상

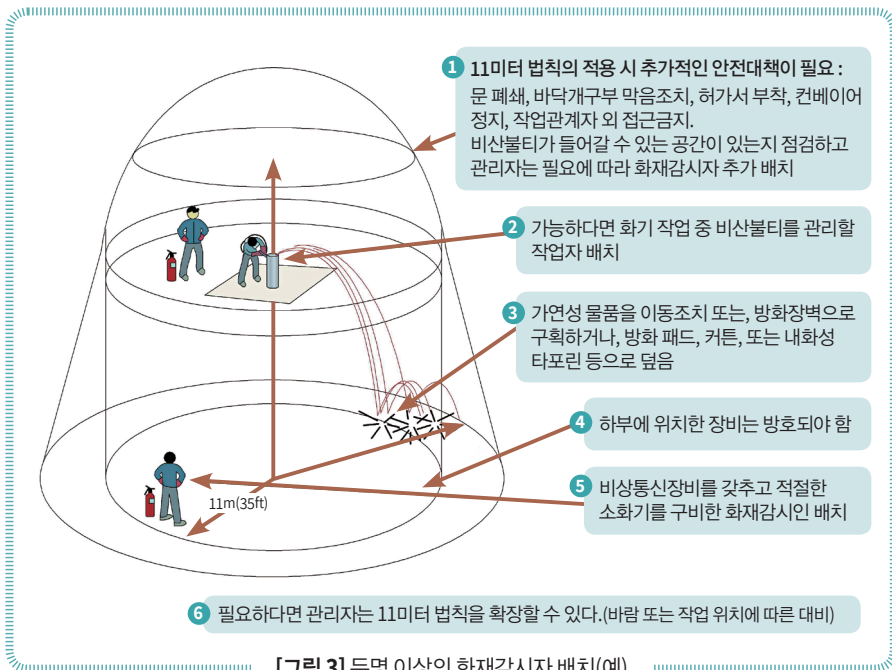
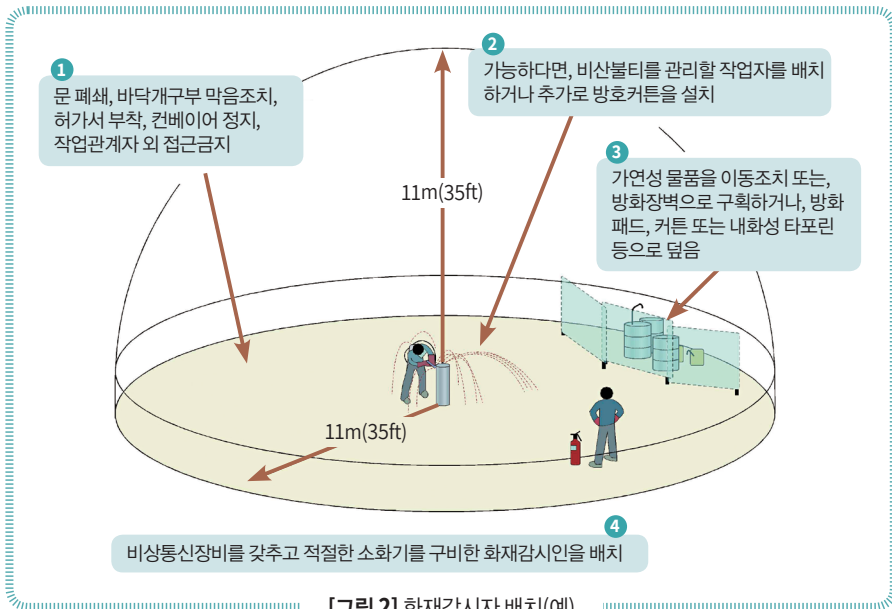
- 대상 1** 작업반경 11미터 이내에 건물구조 자체나 내부(개구부 등으로 개방된 부분을 포함한다)에 가연성 물질이 있는 장소
- 대상 2** 작업반경 11미터 이내의 바닥 하부에 가연성 물질이 11미터 이상 떨어져 있지만 불꽃에 의해 쉽게 발화될 우려가 있는 장소
- 대상 3** 가연성 물질이 금속으로 제작된 칸막이·벽·천장·지붕의 반대쪽 면에 인접해 있어 열전도나 열복사에 의해 발화될 우려가 있는 장소

2. 화재감시자 배치 제외

- 동일한 장소에서 상시·반복적으로 용접·용단작업을 할 때 경보용 설비 또는 기구와 소화설비 또는 소화기가 갖추어진 경우

3. 화재감시자 자격 및 지정

- 업무** 화재의 위험을 감시하고 화재 발생 시 사업장 내 근로자의 대피를 유도하는 업무만을 담당한다.
- 자격** 화재감시자의 자격은 별도로 규정되어 있지 않고, 특정한 기술 등을 필요로 하지 않으나, 화기작업 중 불티 착화여부를 감시하고 착화 시 이를 즉시 인지, 대피를 유도해야 하므로 해당 업무만을 전담하도록 하여야 한다.
 - ※ 건설업 기초안전보건 교육을 이수하여야 함
- 지정** 사업주는 용접·용단 작업에 화재감시자 업무만을 수행하는 화재감시자를 지정하여야 한다.
- 소통** 화재감시자는 근로자들(용접·용단 작업을 수행하는 외국인 근로자 포함)간 의사소통을 원활히 할 수 있어야 한다.



4. 화재감시자 역할

용접·용단 작업 전 화재감시자의 역할

- 화재감시자는 사업주로부터 화재 발생 시 초기에 진압할 수 있는 방법을 포함하여 작업위험성에 대하여 사전에 교육을 받아야 한다.
- 화재감시자는 사업주로부터 적절한 소화기 또는 사전에 준비된 충전된 소방호스를 비치하도록 한다.
- 화재감시자는 사업주로부터 적절한 소화기 또는 사전에 준비된 충전된 소방호스를 비치하도록 하고, 현장에서 사용가능 하도록 해야 한다.
- 화재감시자는 방염포 및 방염제 겔 또는 용액으로 제거할 수 없는 가연성 물질을 격리하거나 덮고, 용접·용단 작업 주변에 물을 충분히 뿌려주도록 해야 한다.

용접·용단 작업 중 화재감시자의 역할

- 화재감시자는 용접·용단 작업이 진행되는 동안에는 화재 감시 활동과 함께 다른 업무를 수행하지 않아야 한다.
- 용접·용단 작업 중 불안정한 것으로 판단되는 용접·용단 작업은 중단하고 안전한 상태를 유지하고 복원하기 위한 적절한 조치를 취하며, 사업주에 모든 우려사항을 제기하거나 전달해야 한다.
- 화재감시자는 초기단계의 화재를 적극적으로 진압해야 한다.
- 용접·용단 작업 중 화재가 발생할 경우 사업주의 안전관리자 또는 경비원에게 신속히 알려야 한다.
- 사업주가 수립한 모든 밀폐된 공간 진입과 용접·용단 작업에 대한 요구사항을 준수해야 한다.

용접·용단 작업 후 화재감시자의 역할

- 용접·용단 작업이 완료된 후 적어도 30분까지 화재감시 업무를 지속해야 한다.
(용접등의불티가 남아있을 경우)
- 용접·용단 작업이 완료된 후 화재가 발생할 경우, 초기 단계 화재를 적극적으로 진압하고, 사업주와 관리자 또는 경비원에게 신속히 알려야 한다.



참고자료

1. 미국 산업안전보건청(OSHA)의 화재감시자 규정
2. 미국 산업안전보건청(OSHA)의 조선소에서의 화재감시자 역할
3. 용접·용단 작업 시 불티의 비산거리(예)
4. 참고문헌



참고자료



참고 1

미국 산업안전보건청(OSHA)의 화재감시자 규정 (OSHA Standard 1910.252-General requirements)

화재감시(Fire watch)



화재감시자의 배치가 필요한 경우

- 작업반경 35ft(11m) 이내에 건물 구조 자체나 내부에 상당한 가연성 물질이 있을 때
- 많은 양의 가연성 물질이 35ft(11m) 이상 떨어져 있지만 스파크에 의해 쉽게 발화될 수 있을 때
- 반경 35ft(11m) 이내에 위치한 벽, 바닥 개구부 또는 벽이나 바닥의 은폐된 공간으로 가연성 물질이 노출될 경우
- 가연성 물질이 금속 칸막이, 벽, 천장 또는 지붕의 반대쪽 면에 인접해 있고 열전도나 복사에 의해 발화될 수 있을 때



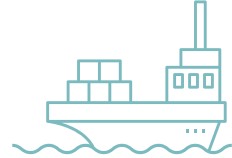
화재감시자의 역할 및 업무

- 화재감시자는 소화 장비를 즉시 이용할 수 있어야 하며, 이를 사용할 수 있도록 훈련받아야 한다.
- 화재 발생 시 경보발생시설에 익숙해야 한다.
- 모든 지역에서 화재를 감시하고, 화재 진압이 가능한 경우 소화를 실시하여야 하며, 소화하지 못할 경우 경보를 작동하여야 한다.
- 화재 감시는 용접 또는 용단 작업이 완료된 후 적어도 30분 이상까지 현장을 확인하여야 한다.



참고 2

미국 산업안전보건청(OSHA)의 조선소에서의 화재감시자 역할



조선소에서 화기작업 동안에 화재 감시

- 화재감시 업무를 맡은 근로자들은 화기작업 동안에 위험함으로부터 다른 근로자들과 재산을 보호하는 제일 선상에 있습니다.
- 화기작업은 리벳, 용접, 용단, 그라인딩 또는 파우더가 생기는 도구, 유사작업-불꽃을 일으키는 작업과 연관되는 어떤 행위를 포함합니다.

OSHA는 사업주에게 다음과 같이 요구합니다

- ☑ 위험요소가 없는 작업장을 제공하시길 바랍니다.
- ☑ 필요한 개인보호장구를 근로자에게 무료로 제공하시길 바랍니다.
- ☑ 화재 발생 시 조기에 진압할 수 있는 방법을 포함하여 작업 위험성에 대하여 화재 감시 근로자들을 훈련하시길 바랍니다.
- ☑ 초기 단계의 화재를 적극적으로 예방하고 퇴치할 책임이 있습니다.
- ☑ 화기작업이 진행되는 동안에는 화재 감시활동과 함께 다른 업무를 수행하지 않아야 합니다.
- ☑ 화기작업의 모든 지역에 대한 명확한 시각과 즉시 접근할 수 있도록 합니다.
- ☑ 적절한 소화기 또는 사전에 준비된 충전된 소방호스를 비치합니다.

OSHA는 사업주에게 다음과 같이 요구합니다

- ☑ 화기작업을 하는 지역의 근로자들과 의사소통을 할 수 있는지 확인합니다. 방염포 및 방염제 겔 또는 용액으로 제거할 수 없는 가연성 물질을 격리시키거나 덮으십시오. 화기작업 주변에 물을 뿌려 충분히 적시도록 하십시오.
- ☑ 화기작업 지역이 있는 동안에는 휴식 또는 중단, 근무교대 종료로 하지 마시길 바랍니다.
- ☑ 작업장 점검 후 당신의 사업주가 임무를 종료시키지 않는다면, 화기작업이 완료된 후 적어도 30분까지 화재감시 업무를 지속하시길 바랍니다.
- ☑ 당신의 고용주, 조선소의 책임자(SCP), 미국화재예방협회(NFPA)-인증된 해양 화학자, 해안보호 책임자에 의해 수립한 모든 밀폐된 공간 진입과 화기작업에 대한 요구사항을 준수하시길 바랍니다.
- ☑ 불안정한 것으로 판단되는 화기작업은 중단하고 안전한 상태를 유지하고 복원하기 위한 적절한 조치를 취하십시오. 즉시 귀하의 사업주나 SCP에 모든 우려사항을 제기하거나 전달하시길 바랍니다.

기억하세요 !

- ☑ 제공된 화재예방설비와 소화훈련을 통해 초기화재를 진압하시길 바랍니다.
- ☑ 만약 화재가 초기단계를 넘어선다면 근로자에게 경고하고 경보를 발령한 다음 해당지역을 벗어나도록 하십시오.



참고 3

용접·용단 작업 시 불티의 비산거리(예)

높 이 (m)	철판두께 (mm)	작업의 종류	불티의 비산거리(m)				풍 속 (m/s)
			역 풍(4)		순 풍(3)		
			1차불티(1)	2차불티(2)	1차불티(1)	2차불티(2)	
8.25	4.5	세로방향	4.5	6.5	7.0	9.0	1~2
		아래방향	3.5	6.0	-	-	
12.25	4.5	세로방향	5.5	7.0	6.0	9.5	1~2
		아래방향	3.5	6.0	-	-	
15	4.5	세로방향	4.5	6.0	8.0	11.0	2~3
	9		6.0	12.0	8.5	12.0	
	16		5.5	7.0	9.0	12.0	
	25		6.0	8.0	9.0	12.0	
	4.5	아래방향	3.0	6.0	-	-	
	9		4.0	7.0	-	-	
	16		5.0	8.0	-	-	
	25		6.0	9.0	-	-	
20	4.5	세로방향	4.0	6.0	8.0	12.0	4~5
	9		4.5	6.0	9.0	15.0	
	16		4.5	6.0	10.0	15.0	
	4.5	아래방향	6.5	14.0	-	-	
	9		7.0	10.0	-	-	
	16		8.0	10.0	-	-	

※ 출처 : KOSHA Guide(F-1-2014) “용접 용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지침. (p. 10)

주) (1) 1차불티 : 용접·용단 시 발생하는 불티

(2) 2차불티 : 1차불티가 지면에 낙하하여 반사되면서 2차적으로 비산하는 불티

(3) 순 풍 : 바람을 등지고 작업할 때

(4) 역 풍 : 바람을 향하고 작업할 때



1 | NFPA 51B, Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, 2014 edition

2 | NFPA, Fire protection handbook, Section 9.6 : Welding, Cutting, and Other Hot Work, 2008.

3 | KFS 929, 용접·용단 등 화기작업 화재예방기준, 2017 edition

4 | KOSHA GUIDE F-1-2014, 용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지침, 2014 edition

5 | 산업안전보건기준에 관한 규칙, 고용노동부령 제273호, 2019.12.26.